

## ROTATIONAL ANGLE DETECTOR

**Publication number:** JP4019512 (A)

**Publication date:** 1992-01-23

**Inventor(s):** KAKIMOTO TATSUMI; KUBO MASARU; TAKAHASHI KUNIYOSHI; FUJISAKI AKIYOSHI; NISHINA TERUYA

**Applicant(s):** OMRON TATEISI ELECTRONICS CO

**Classification:**

- **international:** G01D5/245; G01D5/12; (IPC1-7): G01D5/245

- **European:**

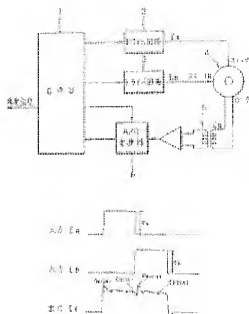
**Application number:** JP19900123589 19900514

**Priority number(s):** JP19900123589 19900514

### Abstract of JP 4019512 (A)

**PURPOSE:** To attain inexpensive, fast high-accuracy measurement by non-sine wave driving by supplying a pulse signal to the other stator coil in response to the discriminator output of a decision means which indicates that a stable state is entered.

**CONSTITUTION:** A CPU 1 applies the stators A and B of a resolver 4 with two pulses which have no overlap of ON time through driver circuits 2 and 3 and pulse signals EA and EB are inputted. Then pulse outputs eR1 and eR2 corresponding to the input pulses EA and EB are outputted from the rotor of the resolver 4 while having an amplitude corresponding to the angle of the rotor and inputted to the CPU 1 through an output circuit 5 and an A/D converter 6. The CPU 1 supplies the pulse signal EA to the stator A first, finds the difference between the last and current outputs of the rotor 4 at intervals of sampling, and supplies the pulse signal to the stator B through the driver 3 when the difference decreases below a specific value and the stable state is discriminated. The CPU 1 calculates the angle theta of rotation of the rotor 4 from the amplitudes of the pulse signals eR1 and eR2 and outputs angle data.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-19512

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 01 D 5/245

識別記号

1 0 1 U  
1 0 1 G

庁内整理番号

7269-2F  
7269-2F

⑬ 公開 平成4年(1992)1月23日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 回転角度検出装置

⑯ 特 願 平2-123589

⑰ 出 願 平2(1990)5月14日

⑱ 発 明 者 垣 本 達 美 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社

⑲ 発 明 者 久 保 大 京都府京都市下京区中堂寺南町17番地 サイエンスセンタ  
ービル 株式会社オムロンライフサイエンス研究所内⑳ 発 明 者 高 橋 邦 芳 京都府京都市下京区中堂寺南町17番地 サイエンスセンタ  
ービル 株式会社オムロンライフサイエンス研究所内㉑ 発 明 者 藤 崎 章 好 京都府京都市下京区中堂寺南町17番地 サイエンスセンタ  
ービル 株式会社オムロンライフサイエンス研究所内

㉒ 出 願 人 オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

㉓ 代 理 人 弁理士 中村 茂信

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

回転角度検出装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 1つの回転子巻線と2つの固定子巻線を有する回転角度検出用レゾルバと、前記2つの固定子巻線に互いにON時間の重ならないパルス信号を供給するパルス発生部と、前記回転子巻線の出力をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、このA/D変換手段よりの前記パルス信号に対応する出力パルスの振幅値よりレゾルバの回転角度を算出する演算手段とを備えた回転角度検出装置において、

前記パルス発生部より一方の固定子巻線にパルス信号を通电している状態と、前記回転子巻線の出力が安定状態に達したことを判別する判別手段を備え、この判別手段の安定状態に達したことの判別出力で、他方の固定子巻線にパルス信号を供給するようにしたことを特徴とする回転角度検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## (イ) 産業上の利用分野

この発明は、1つの回転子巻線と2つの固定子巻線を有する回転角度検出用のレゾルバを用いた回転角度検出装置に関する。

## (ロ) 従来の技術

従来、レゾルバを角度検出器として用いる場合、第5図に示すように、2つの固定子巻線13、14を備え、この固定子巻線13、14に第6図に示す電気角で90°の位相の異なる2相の正弦波を供給して励磁電流を流し、1個の回転子巻線15に誘導される出力と励磁信号との位相差θを求め、この位相角θを回転角度としている。正弦波励磁を採用した、従来の回転角度検出装置を第7図に示している。この回転角度検出装置は、発振器21と、発振器21からのパルスを受けて分周する分周回路22と、スタートタイミング発生回路23と、このスタートタイミング発生回路23からの信号に同期してSIN波、COS波をそれぞれ発生するSIN波発生回路24、COS波

発生回路25と、ドライブ回路26、27と、レゾルバ28と、レゾルバ28の回転出力を導出する出力回路29と、出力の高調波成分を除去するローパスフィルタ30と、0クロス点を検出するコンパレータ31と、スタート信号を受けてから、0クロス点検出によるストップ信号入力まで分周回路22からのパルス信号をカウントするカウンタ32と、CPU33とから構成されている。

(ハ) 発明が解決しようとする課題

上記した従来の回転角度検出装置では、正弦波の励磁信号を使用するため、SIN波発生回路、COS波発生回路を必要とするが、精度の良い2相の正弦波を発生するためには構成部品が多くなるため、装置が高価になるという問題があった。一方矩形波等の発生しやすい非正弦波を励磁電流源とすると、その中に含まれる高調波により計測誤差が大きくなり、この高調波の誤差をなくするためには、一般的にローパスフィルタを使用する。しかし、基本波を通過させて3次高調波を十分(電圧比で40dB程度)カットするためには、遮断傾

度の大きい多段のアクティブフィルタかLCフィルタを使用する必要があり、構成が複雑となり、さらに温度特性を考えると基本波周波数での位相変化の温度特性も、使用温度範囲内(例えば0℃～50℃)で角度測定精度(例えば0.5°)以下に抑える設計が必要となり、温度変化の非常に少ない素子でフィルタを構成するため装置が、やはり高価になるという問題があった。

この発明は、上記問題点に着目してなされたものであって、非正弦波駆動において安価でしかも高速、高精度な測定が可能な回転角度検出装置を提供することを目的としている。

(ニ) 課題を解決するための手段及び作用

この発明の回転角度検出装置は、1つの回転子巻線と2つの固定子巻線を有する回転角度検出用レゾルバと前記2つの固定子巻線に互いにON時間の重ならないパルス信号を供給するパルス発生部と、前記回転子巻線の出力をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、このA/D変換手段よりの前記パルス信号に対応する出力パルスの振幅

値よりレゾルバの回転角度を算出する演算手段とを備えるものにおいて、前記パルス発生部より一方の固定子巻線にパルス信号を通电している状態で、前記回転子巻線の出力が安定状態に達したことを判別する判別手段を備え、この判別手段の安定状態に達したことの判別出力で、他方の固定子巻線にパルス信号を供給するようにしている。

この回転角度検出装置では、パルス発生部より、発生されたパルスが一方の固定子巻線に供給され、固定子巻線に通电される。そして、そのパルスの振幅と回転子の角度に応じた出力電圧が回転子に導出され、A/D変換手段によりデジタル信号に変換されて演算手段及び判別手段に取り込まれる。判別手段では、例えば前値と今回値の差が所定値以下になったか否かを判別し、所定値以下になると出力が安定に達したとして、パルス発生部より、第2番目のパルス信号が、今度は他方の固定子に供給される。これにより回転子には同様にその固定子へのパルスの振幅と回転子の角度に応じた出力電圧が回転子に導出され、A/D変換手段

を経て、判別手段及び演算手段に取り込まれ、判別手段で出力が安定状態に達したことが判別されると、前記パルス信号の振幅値等により演算手段で逆三角演算により回転角度が算出される。

(ホ) 実施例

以下、実施例により、この発明をさらに詳細に説明する。

第2図は、この発明の一実施例を示す回転角度検出装置のブロック図である。同図において、CPU1からON時間の重ならない2つのパルスがそれぞれドライブ回路2、3を経て、レゾルバ4のステータA(固定子)、ステータBに加えられる。これらステータA、ステータBに入力されるパルス信号E<sub>A</sub>、E<sub>B</sub>は第3図に示す通りであり、レゾルバ4のロータ(回転子)から入力パルスE<sub>A</sub>、E<sub>B</sub>に対応したパルス出力e<sub>sin</sub>、e<sub>cos</sub>がロータの角度に応じた振幅で出力され、出力回路5、A/D変換器6を経てCPU1に取り込まれる。

CPU1では、先ずパルス信号E<sub>A</sub>をステータ

Aに与え、取り込まれたロータの出力をサンプリング毎に前回と今回の差を求め、差が所定値以下となり、出力が安定したと判別されると、ドライバ3を介してステータBにパルス信号を供給する機能を有している。これについては後述する。CPU1は、取り込まれたパルス信号 $e_{n1}$ 、 $e_{n2}$ の振幅よりロータの回転角 $\theta$ を算出する機能を有し、角度データを出力している。

この実施例回転角度検出装置において、レゾルバ4のステータAに振幅 $e_a$ のパルス波形を加えると、この入力パルスに同期したロータの出力電圧 $E_a$ は、

$$e_{n1} = k \cdot e_a \cdot \sin \theta \quad \dots(1)$$

の振幅で変化する、同様にレゾルバ4のステータBに振幅 $e_b$ のパルスを加えるとロータの出力電圧 $E_b$ は、

$$e_{n2} = k \cdot e_b \cdot \cos \theta \quad \dots(2)$$

の振幅で変化する(第4図参照)。ここで、 $k$ はレゾルバの結合係数である。

したがって、ロータの出力 $E_a$ は角度 $\theta$ によ

って $e_{n1}$ 、 $e_{n2}$ となる。これらのパルス出力 $e_{n1}$ 、 $e_{n2}$ は、A/D変換器6でサンプリングされ、デジタル信号に変換されてCPU1に取り込まれる。CPU1は、取り込まれたデータ $e_{n1}$ 、 $e_{n2}$ より、次の計算を行って $\theta$ を算出する。

$$\theta = \sin^{-1} \left\{ \frac{e_{n1}}{k \cdot e_a} \right\} \quad \dots(3)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{e_{n2}}{k \cdot e_b} \right\} \quad \dots(4)$$

角度 $\theta$ の算出は、上記(3)(4)式のどちらか一方で行えば良いが、どちらか一方のみの計算である、A/D変換器6の分解能を非常に細かくする必要がある。そのため角度 $\theta$ が $0 \sim \pi/4$ 、 $3\pi/4 \sim 5\pi/4$ 、 $7\pi/4 \sim 2\pi$ の時は(3)式で、角度 $\theta$ が $\pi/4 \sim 3\pi/4$ 、 $5\pi/4 \sim 7\pi/4$ の時は(4)式で算出すればA/D変換器6の分解能が比較的少なくても高精度の角度出力を得ることができる。

また、上記(3)式、(4)式とは別に次式の演算をCPU1で行うことにより、角度 $\theta$ を求めることが

できる。

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{e_{n1} \cdot e_b}{e_{n2} \cdot e_a} \right\} \quad \dots(5)$$

この実施例回転角度検出装置では、例えば上記(3)式あるいは(4)式を用いて角度を算出する前に、ロータ出力取り込みに何回かサンプリングして $e_{n1(n-1)}$ と $e_{n2(n)}$ の差を毎回求め、その差値が所定値以下になると、出力が安定したものとして、その取り込み値を角度算出用に使用している。これはレゾルバのインダクタンス、レゾルバのケーブルの容量成分等によりロータ出力が安定するまでの時間を考慮した方がよいためである。特に高精度で角度を計測する場合は、ロータ出力が十分安定した状態で計測する必要があるためである。もっとも必要以上に安定するまでの時間を見込んで計測すると計測時間が長くなる。

次に、上記実施例回転角度検出装置の動作を第1図に示すフロー図にしたがって説明する。動作開始で、先ずステータAに供給する $E_a$ をONする(ステップST(以下STと略す)1)。そし

て、その時出力回路5、A/D変換器6より取り込まれるロータAの出力 $e_{n1}$ を、 $e_{n1(n-1)}$ として記憶する(ST2)。続いて、次のサンプリングタイムで取り込まれるロータ出力 $e_{n2}$ を、今度は $e_{n1(n)}$ として記憶し(ST3)、両者の差値の絶対値が所定値Dよりも小さいか否か判定し(ST4)、もし小さくなければ、出力が不安定であるとして今回のロータ出力 $e_{n1(n)}$ を前回の値 $e_{n1(n-1)}$ として記憶し(ST5)、次のサンプリングタイムで、再度ロータ出力 $e_{n1}$ を取り込み、 $e_{n1(n)}$ として記憶する(ST3)。そして、やはり今回と前回の差値の絶対値が所定値Dより小さいかを判定する(ST4)。小さくなければ、まだ、出力が不安定なものとしてST3～ST5の処理を繰り返す。

ST4で $|e_{n1(n-1)} - e_{n1(n)}| < D$ であれば、ロータ出力が安定したものとして、ステータAに印加する $E_a$ をOFFし(ST6)、ステータBに印加する $E_b$ をONする(ST7)。そして、今度はロータBの出力 $e_{n2}$ を測定し、前回測

定値  $e_{n2}(n-1)$  として記憶する (ST8)。次のサンプリングタイム到来で測定したロータBの出力  $e_{n2}$  を今度は、今回値  $e_{n2}(n)$  として記憶し (ST9)、前回と今回の差値の絶対値が所定値を超えているか否かを判別する (ST10)。差値の絶対値が所定値Dより大きい場合は、出力が不安定であるとし、ST11に移り、今回データ  $e_{n2}(n)$  を前回データ  $e_{n2}(n-1)$  とする。さらに次のサンプリングタイムの到来で今回の測定値  $e_{n2}$  を得て、 $e_{n2}(n)$  として記憶し (ST11)、上記ST7～ST11の処理を繰り返す。ロータBの出力  $e_{n2}$  に関しても差値の絶対値が所定値Dより小さいと、これで出力が安定したことになり、ST10の判定YESでST12に移り、

$$\tan^{-1} \frac{e_{n1}(n) \cdot e_{n2}}{e_{n2}(n) \cdot e_{n1}}$$

の演算を行い、角度  $\theta$  を算出し、その角度データを外部に出力し (ST13)、あるいは表示器に表示する。

(へ) 発明の効果

この発明によれば、ON時間の重ならない2つのパルス信号を、レゾルバの固定子巻線にそれぞれ印加し、ロータに出力されるそれぞれの入力パルスに対応する振幅より角度を算出するものであるから、従来のような正弦波をレゾルバに印加・励磁して回転角度を検出する場合に比し、正確なタイミングの励磁波は不要であり、容易に励磁波を発生できる。回転子巻線出力に高調波が含まれても精度に影響しないため高価なローパスフィルタが不要である等の点より、装置全体を簡単かつ安価に実現できる。

また、一方の固定子巻線へのパルス信号の印加で回転子巻線の出力が安定状態に達したことが判別されてから、次の固定子巻線へのパルス信号の印加に移行するようにしているので、ケーブル延長等で回転子出力安定時間が変わっても最適時間で計測できるので、高速、高精度の測定が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

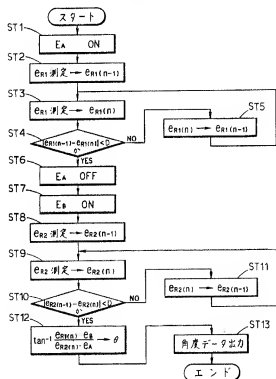
第1図は、この発明の一実施例回転角度検出装

置の動作を説明するためのフロー図、第2図は、同実施例回転角度検出装置のブロック図、第3図は、同回転角度検出装置の動作を説明するための入出力波形図、第4図は、同回転角度検出装置のロータの回転角と出力との関係を示す波形図、第5図は、レゾルバの原理的構成を示す図、第6図は、同レゾルバを使用した従来の回転角度検出装置の励磁信号、出力信号を示す波形図、第7図は、従来の回転角度検出装置の回路構成を示すブロック図である。

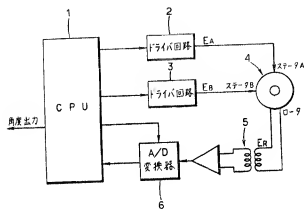
- 1: CPU、2・3: ドライバ回路、  
4: レゾルバ、6: A/D変換器、  
13・14: ステータ、15: ロータ。

特許出願人 オムロン株式会社  
代理人 弁理士 中村茂信

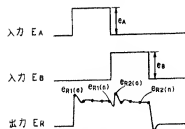
第1図



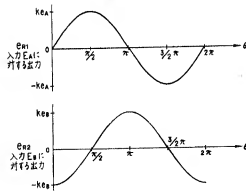
第 2 図



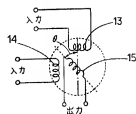
第 3 図



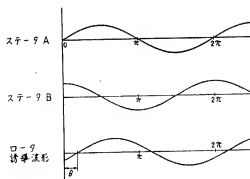
第 4 図



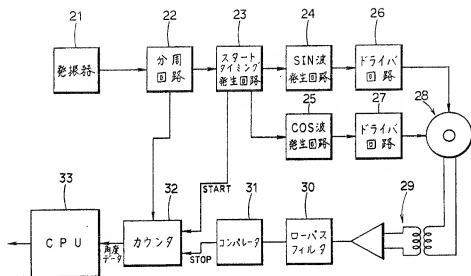
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 1 頁の続き

④発 明 者 仁 科

照 也

京都府京都市下京区中堂寺南町17番地 サイエンスセンタ  
ービル 株式会社オムロンライフサイエンス研究所内